

13

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter ()

2009 - 2010

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Specific discharge

$$\therefore E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore Q = A \times v \Rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

$$\therefore E = y + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

معادلة الطاقة العامة

For Rectangular sec. :

$$\therefore Q = q \times b$$

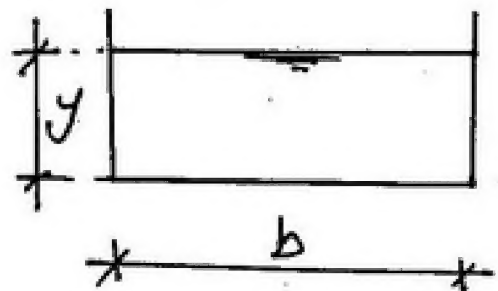
$$\therefore A = b \times y$$

$$\therefore E = y + \frac{q^2 \cancel{b^2}}{2g \cdot \cancel{b^2} \cdot y^2}$$

$$\therefore E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$$

$$q^2 = (E - y) \times 2gy^2$$

For E const draw $(q - y)$



$$\text{for } q_{\max} \Rightarrow \frac{dq}{dy} = 0$$

$$\therefore q^2 = (E-y) \times 2gy^2$$

$$\therefore q = \sqrt{E-y} \times y\sqrt{2g}$$

$$q = y\sqrt{E-y} \times \sqrt{2g}$$

$$\therefore \frac{dq}{dy} = \frac{-y\sqrt{2g}}{2\sqrt{E-y}} + \sqrt{E-y} \cdot \sqrt{2g} = 0$$

$$\therefore \frac{\cancel{y}\sqrt{\cancel{2g}}}{2\sqrt{E-y}} = \sqrt{\cancel{2g}}\sqrt{E-y}$$

$$\therefore y = 2(E-y)$$

$$\therefore y = 2E - 2y$$

$$\therefore 3y = 2E$$

$$\therefore \boxed{E = 1.5y}$$

وهذا معناه أنه للوصول لأقصى تصرف لوحده المخرج في إقطاع
المستطيل يجب أنه تكون الطاقة النوعية أقل ما يمكن
وهذا لا يحدث إلا عندما يكون العمق (y) هو العمق المخرج (y_c)

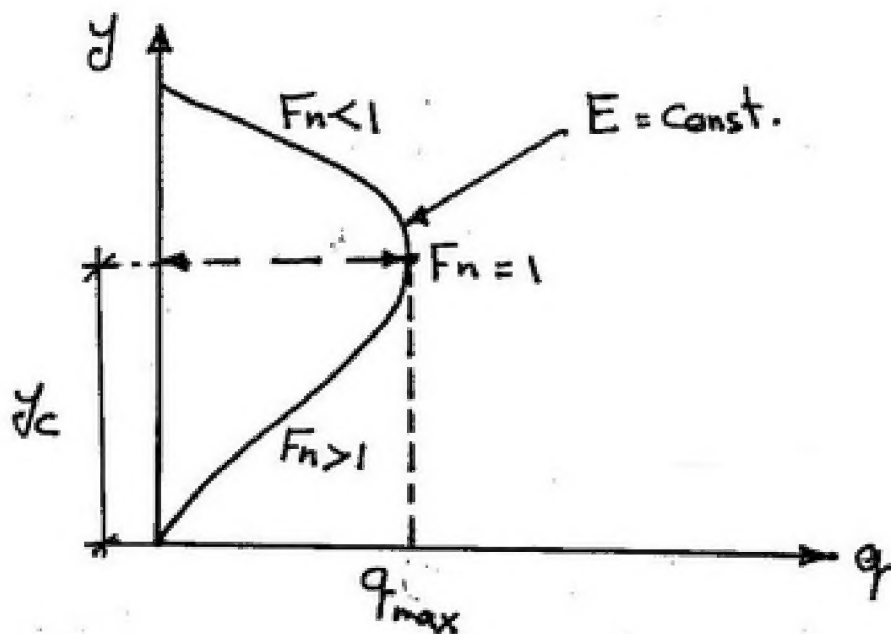
$$\therefore y = \frac{2}{3} E$$

$$\therefore q_{max} = \sqrt{2g} \times \sqrt{1.5y - y} \times y$$

$$q_{max} = y^{1.5} \times g^{1/2}$$

$$q_{max}^2 = y^3 \times g$$

$$\therefore y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$



specific discharge diagram

هو العلاقة بين الشرف والتعمر عند ثبات قية الطاقة داخل القطاع

Critical water depth (y_c) :

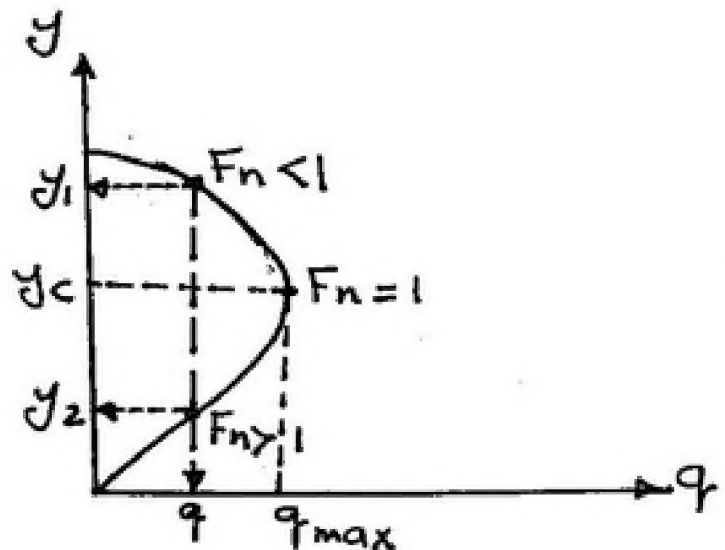
كحد، الحجم الذي يكون عنده السطح داخل القطاع أقصى
حالة عند ثبات فيه الطاقة النوعية داخل القطاع .

For general case :

$$\therefore \boxed{\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T}} \quad \text{at } y = y_c$$

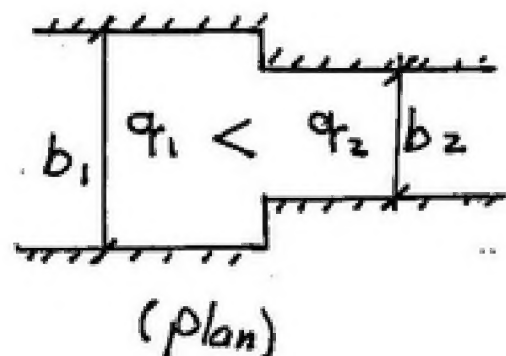
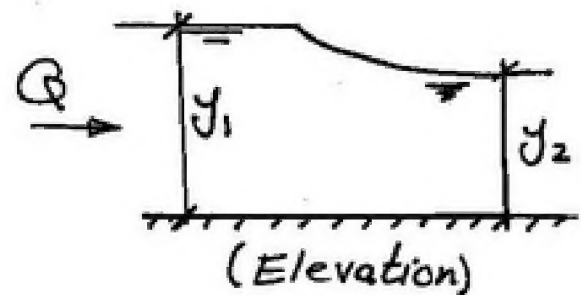
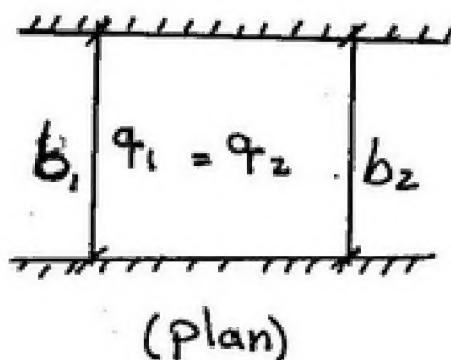
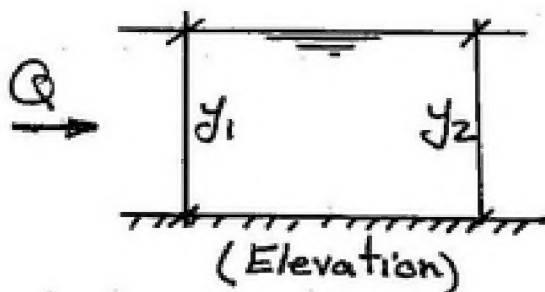
Note

عند أي قيمة للسرعة
على المجرى نجد أن هناك
قيمتين للحجم الماء y_1, y_2
هذه القيمتان على
تفرعها على انهما
alternative depths
العمقان المترادفان



alternative depths:

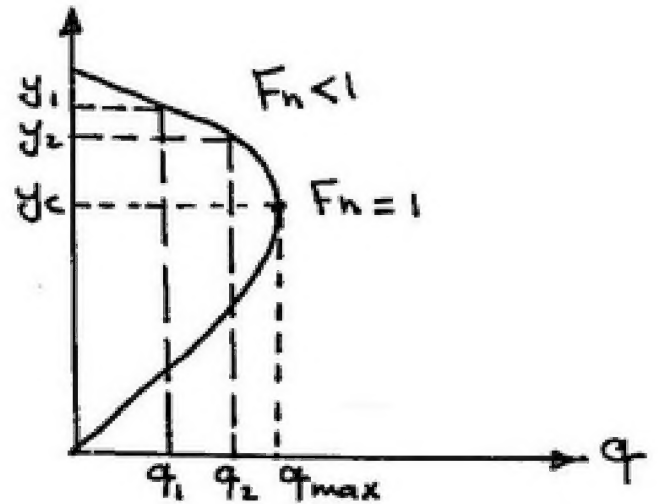
لها المقام اللذان لهما نفس التصرف عند ثبات قيمه
الطاقة النوعية داخل القطاع ولكن احدهما Sub critical
والآخر super critical

Applications for sp. Q1 Contraction in Canal:

ما هو تأثير وجود اختناق بالجري لماثى على جميع السران
ومعبر الماء

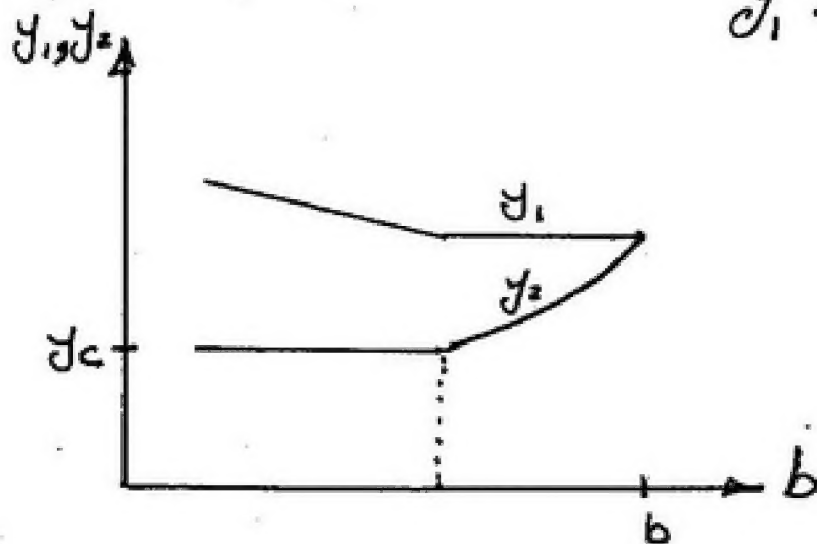
a - sub critical flow : $Fn < 1$

يلاحظ أنه في حالة $Fn < 1$
وتم عمل تضيق في الجرى
المائي أو عند الماء في منطقة
التضيق (الاختناق) يقل
وكما زاد الاختناق كلما قل
عمق الماء حتى يصل إلى
العمق الحرج وعندها يكون

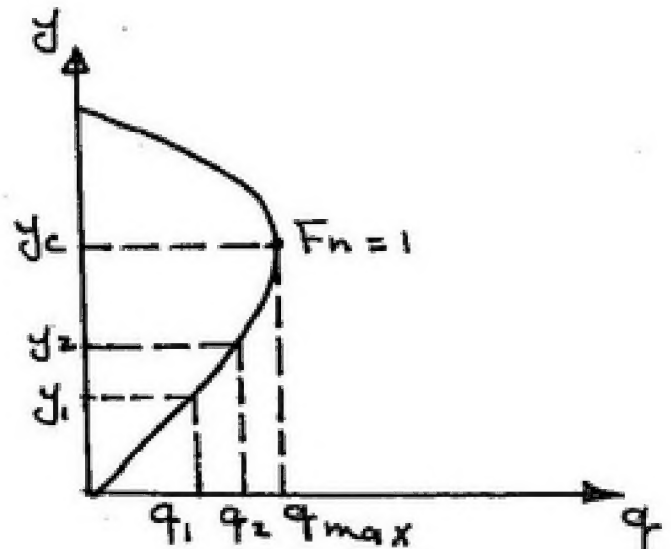
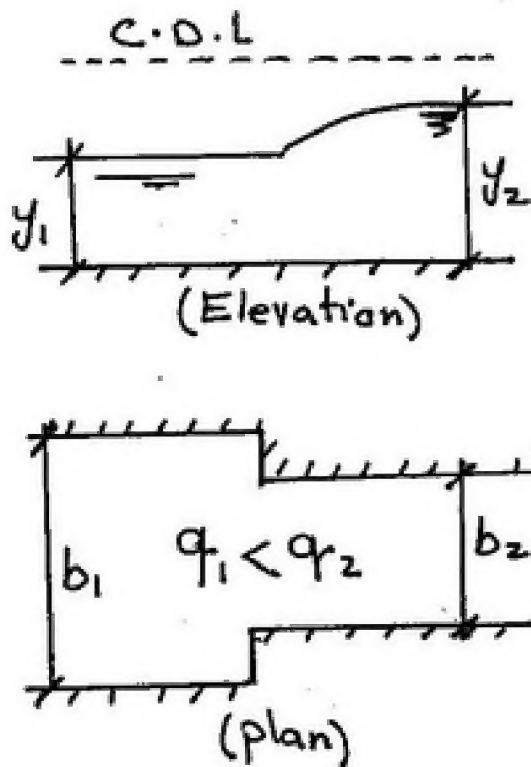


البحر في لعمده العرض وصل إلى q_{max}

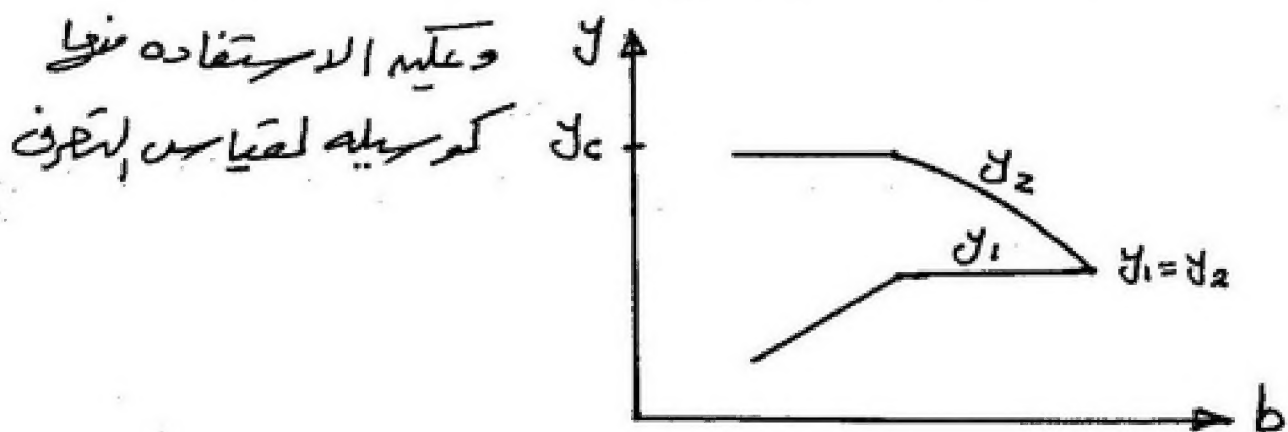
وأي زياده في قيمه الاختناق لا تؤثر بعد ذلك على y_2 ولكن
تؤثر على y_1



والاستفاده من هذا التضيق استخدام Contraction أو
لقياس العرض

b - super-critical flow : $F_n > 1$ 

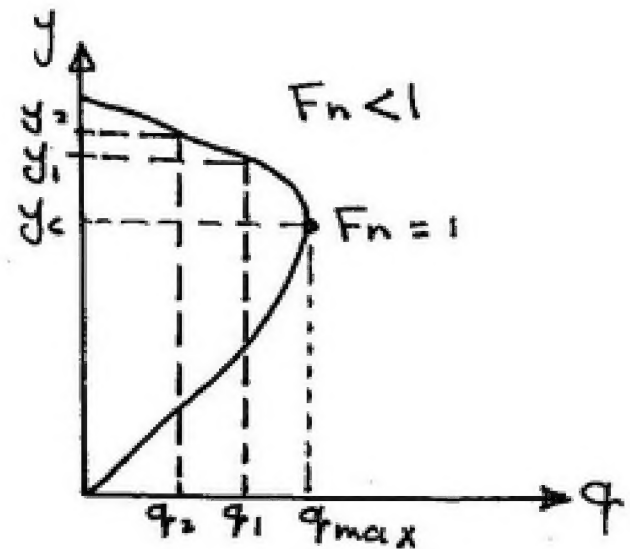
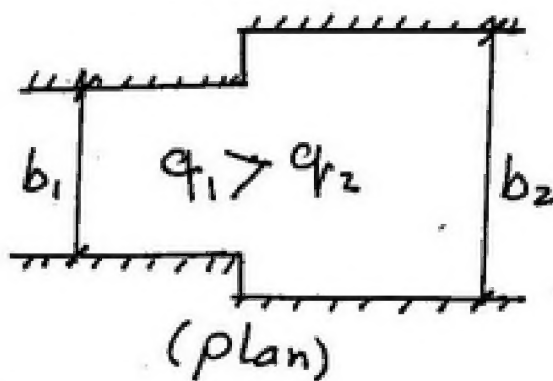
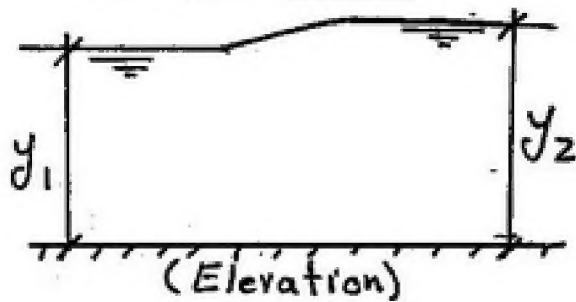
في حالة وجود اختلاف في الجري للماء ولكن في حالة $F_n > 1$ نجد أن عمق الماء داخل الاختلاف يزيد وكلما قل عرض الاختلاف كلما ارتفع عمق الماء حتى نصل إلى عمق ما وهو العمق الخارج (y_c) ومنه يكون، يعرف لعمقه، العرض أقصى ما عليه q_{max} وعند هذا نصل العمق y_2 ثابت عند قيمة y_c



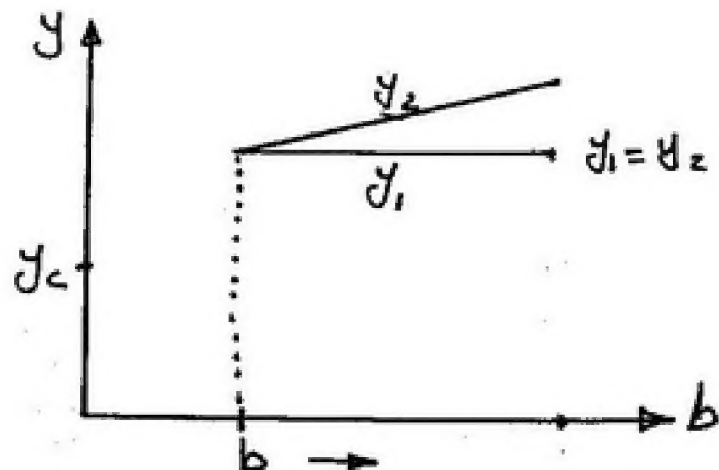
2- Expansion in Canal

اتساع مجرى الماء

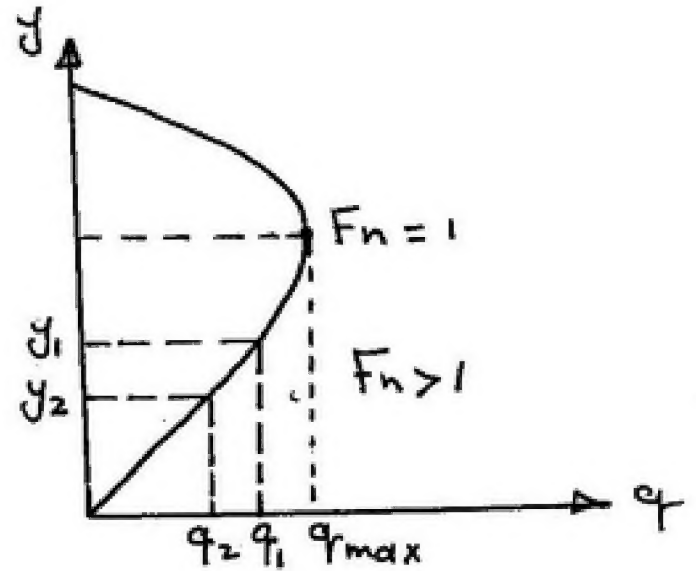
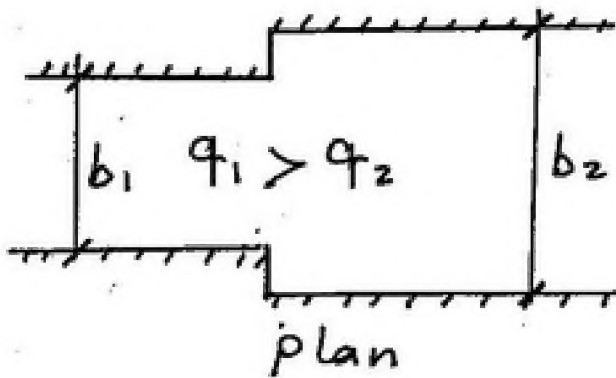
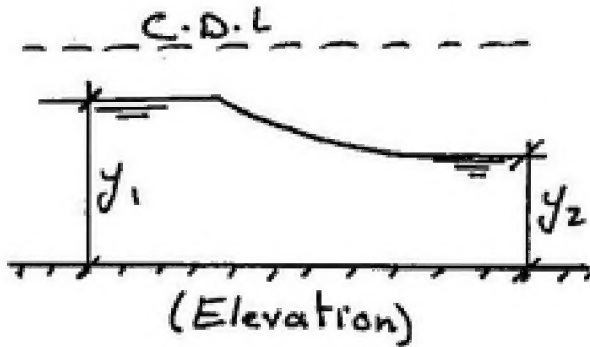
a - $F_n < 1$



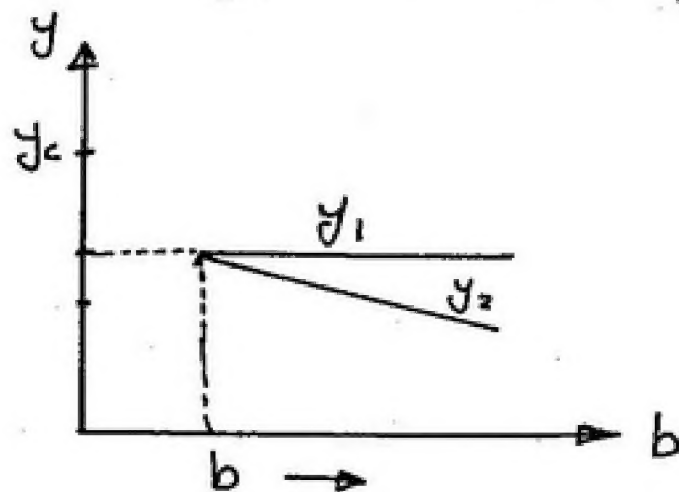
في حالة وجود اتساع في مجرى الماء مع وجود سرريان له $F_n < 1$
 نجد أنه بزيادة اتساع القناة يزيد عمق الماء في منطقة الاتساع وكلما
 زاد عرض الاتساع كلما زاد عمق الماء (y_2)



b - $F_n > 1$:

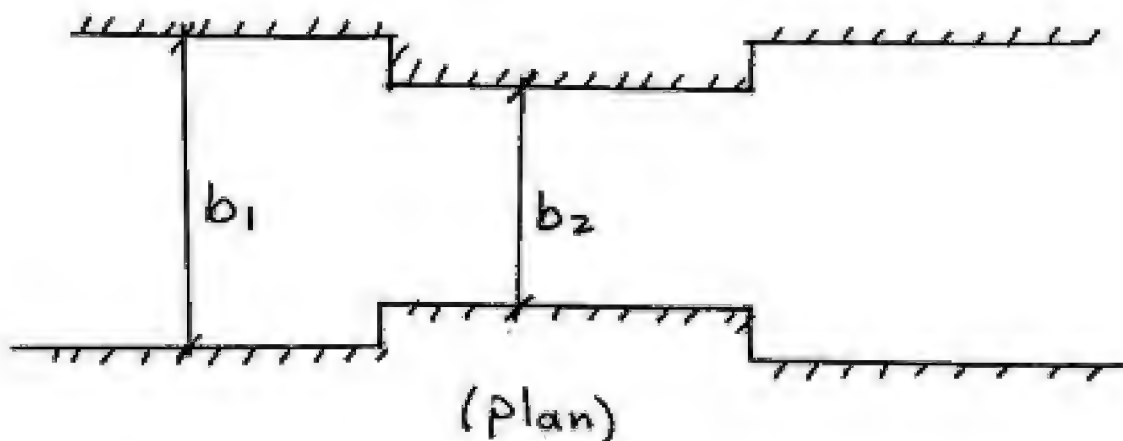
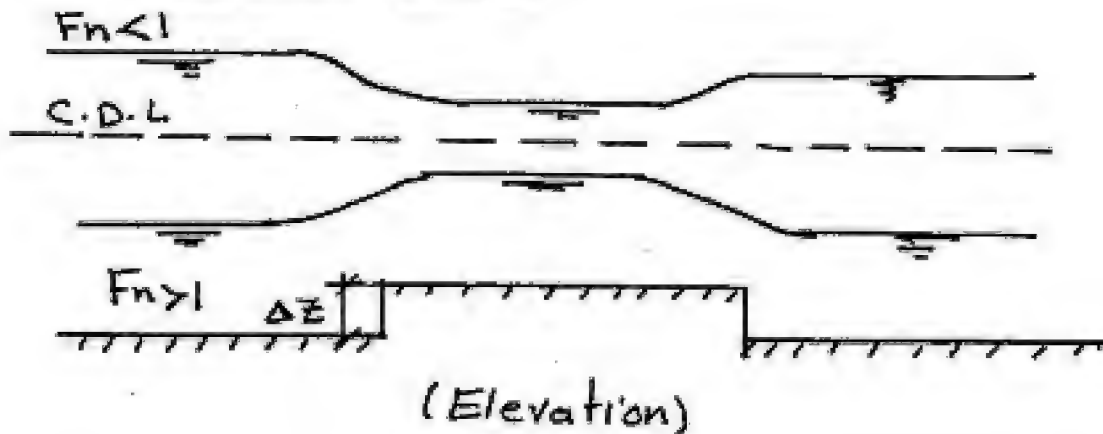


في حاله وجود اتساع للمجرى لما في مع سرعة له $F_n > 1$
 نجد أنه بزيادة اتساع القناة يقل عمق الماء y_2 وانه كلما اتسع
 المجرى لما في زادا تخفاهن y_2



Important application:

Venturi flume



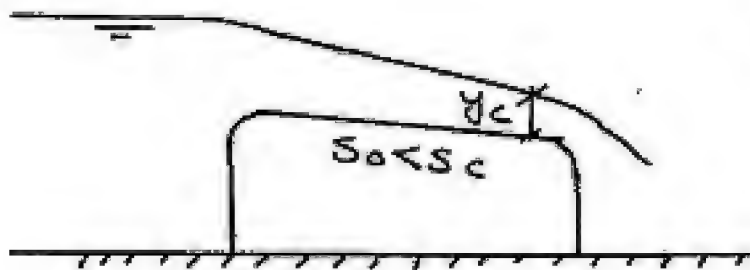
و نستخدم هذا لنتأ أو كجهاز لقياس السرعة في
 المجرى لما في عند حراير تكون التحد المخرج للماء (y_c)
 داخل منطقة الاختناق و استخدم y_c في بعدا لنت

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T} \quad \text{OR} \quad y_c = \sqrt[3]{\frac{q^3}{g}}$$

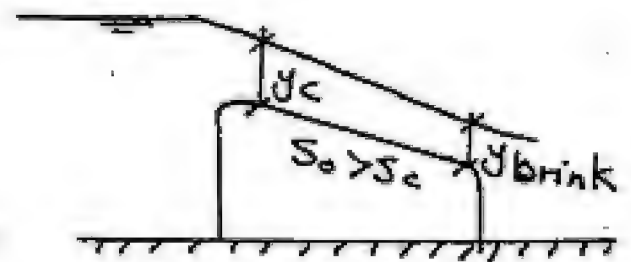
وذلك لحساب السرعة .

Control section:

- هذه أى قطاع يكون عمق الماء فيه هو العمق الحرج (yc) وعكس عمل هذا القطاع
- ١- فتحة البواب
 - ٢- داخل الاختناقات
 - ٣- تحت البوابات
 - ٤- خلف الصهارات أو فتحات الصهارات
- يستخدم هذا القطاع أحياناً لاستخدام مكان لقياس التدفق فيه



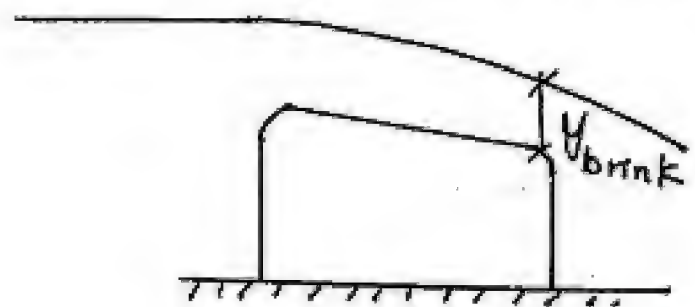
حافة



* How the brink used for measuring discharge??

$$y_b = 0.715 y_c$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$



Specific Discharge

- 1- A rectangular open channel of bed width 2.00 m and the section is hydraulically best, has its sides contracted 10 cm from each side at a given section, where its floor is raised 20.0 cm too, calculate the flow rate indicated by
 - a- 11.0 cm drop in water level.
 - b- 11.0 cm rise in water level.

- 2- A rectangular open channel of constant width of 100 cm, has its floor raised by 5.00 cm at a given section, if the depth of approaching flow is 50.00 cm it is required to
 - a- The rate of the flow indicated by 8.00 cm rise in water level.
 - b- Find the height of the hump at which the flow becomes critical.
 - c- How can the water level before and after the hump remain the same.

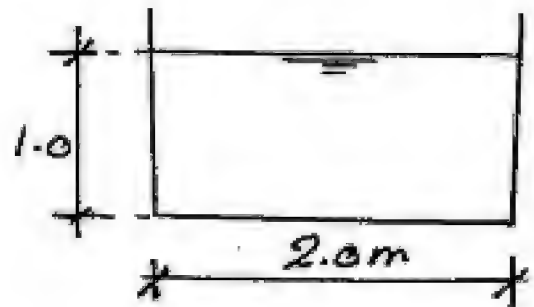
- 3- A trapezoidal canal of 10.00 m bed width, its side slope is 1:1, and has a water depth of 3.00 m, carries a discharge of 25.00 m³/sec, if the canal is constricted by rising the sides to be in vertical position, while the bed width is contracted to be 8.00 m. it is required to,
 - a- Calculate the water depth in the constriction part,
 - b- What is minimum height of the hump to be installed in the constriction to produce a critical flow condition?

Q(1):

- B.H.S

$$\therefore b = 2y$$

$$\therefore y = 1.0 \text{ m}$$



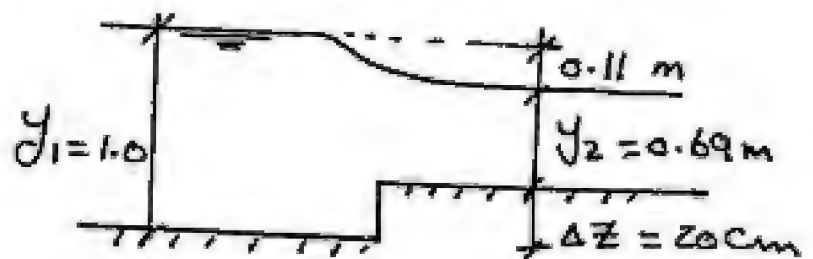
Req.: $Q = ??$

a - 11.0 cm drop in water level

b - 11.0 cm rise in water level

Sol.:

a - 11.0 cm drop:

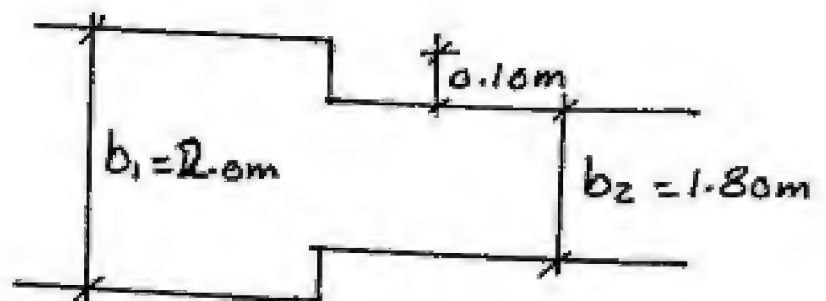


$$\therefore E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2}$$

$$E_1 = 1.0 + \frac{Q^2}{2g \times (2)^2}$$

$$E_1 = 1 + \frac{Q^2}{78.48}$$



$$E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2}$$

$$= 0.69 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (1.8 \times 0.69)^2}$$

$$E_2 = 0.69 + \frac{Q^2}{30.30}$$

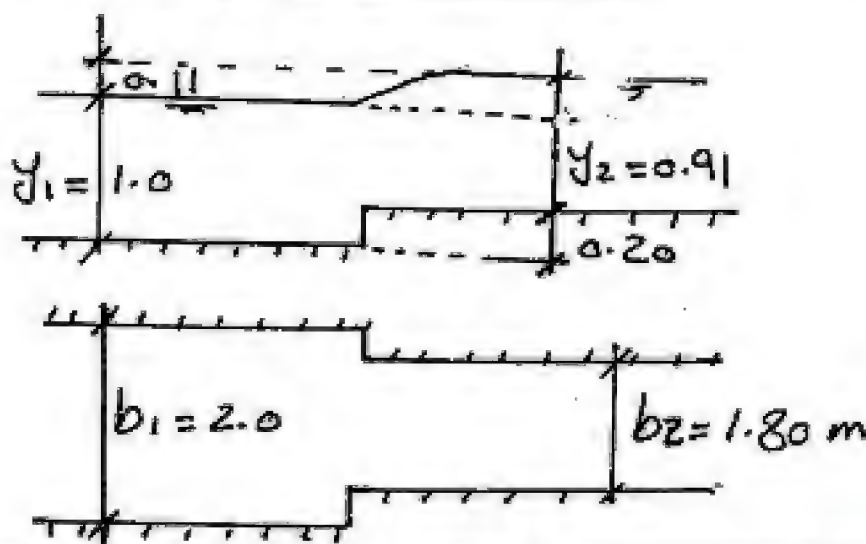
$$\therefore 1.0 + \frac{Q^2}{78.48} = 0.69 + \frac{Q^2}{30.3} + 0.2$$

$$0.11 = \frac{Q^2}{30.3} - \frac{Q^2}{78.48}$$

$$0.11 = Q^2 \left(\frac{1}{30.3} - \frac{1}{78.48} \right)$$

$$\therefore Q = 2.33 \text{ m}^3/\text{s} \quad \#$$

b - 11.0 cm rise in w.L



$$\therefore E_1 = E_2 + \Delta z$$

$$E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = 1 + \frac{Q^2}{78.48}$$

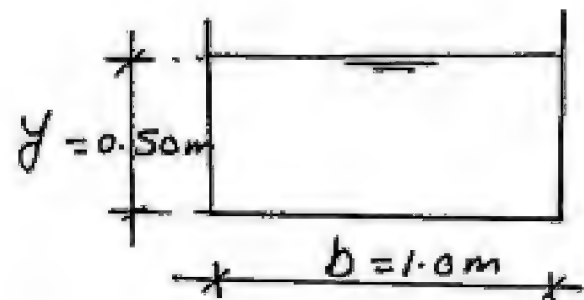
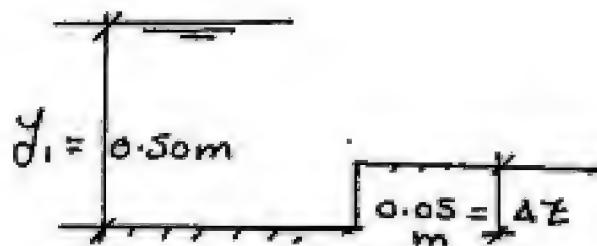
$$E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2} = 0.91 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (1.8 \times 0.91)^2}$$
$$= 0.91 + \frac{Q^2}{52.64}$$

$$\therefore 1 + \frac{Q^2}{78.48} = 0.91 + \frac{Q^2}{52.64} + 0.2$$

$$1 + \frac{Q^2}{78.48} = 1.11 + \frac{Q^2}{52.64}$$

$$\text{get } Q = \checkmark \text{ m}^3/\text{s}$$

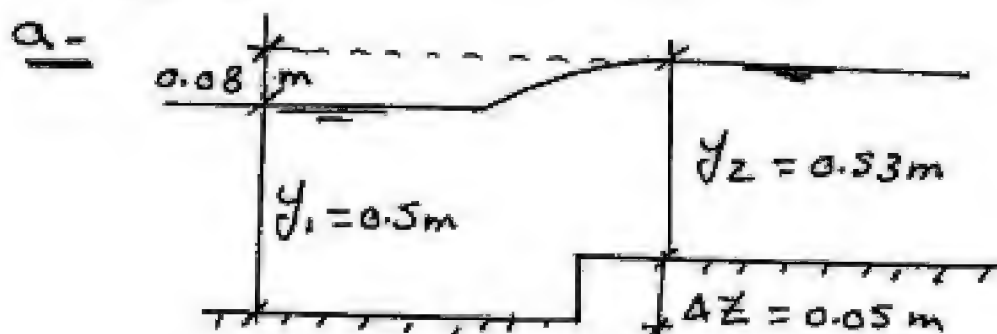
$Q(z)$:



Req.:

- 1 - $Q = ??$ in 8 cm rise in water level
- 2 - $\Delta Z = ??$ for $y = y_c$
- 3 - How can water level before and after hump remain Const.

Sol.:



$$E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$\therefore E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = 0.5 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (0.5)^2}$$

$$E_1 = 0.5 + \frac{Q^2}{4.91}$$

$$\therefore E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2} = 0.53 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (0.53 \times 1)^2}$$

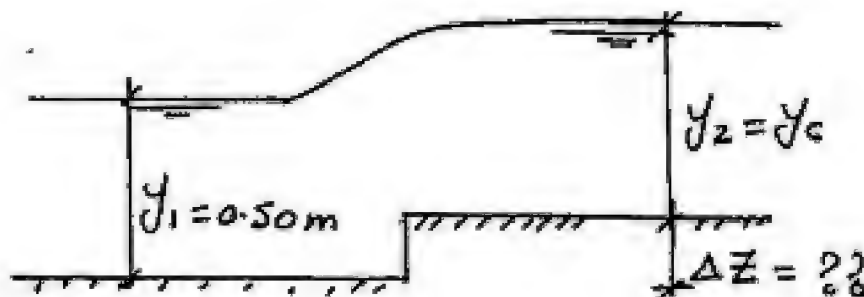
$$E_2 = 0.53 + \frac{Q^2}{5.51}$$

$$\therefore 0.5 + \frac{Q^2}{4.91} = 0.53 + \frac{Q^2}{5.51} + 0.05$$

$$\therefore Q^2 \left(\frac{1}{4.91} - \frac{1}{5.51} \right) = 0.08$$

$$\therefore Q = 1.90 \text{ m}^3/\text{s} \quad \#$$

b -



$$\therefore y_c = \sqrt[3]{q^2/g} \quad , \quad q = \frac{Q}{b} = \frac{1.90}{1.0} = 1.90$$

$$\therefore y_c = \sqrt[3]{\frac{(1.9)^2}{9.81}} = 0.72 \text{ m}$$

$$\therefore E_1 = E_2 + \Delta Z$$

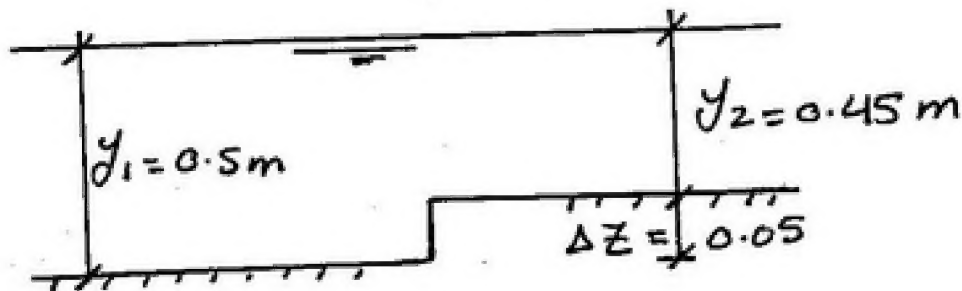
$$\therefore E_1 = 0.5 + \frac{(1.9)^2}{4.91} = 1.23 \text{ m}$$

$$E_2 = E_{min} = 1.5 \times 0.72 = 1.08 \text{ m}$$

$$\therefore 1.23 = 1.08 + \Delta Z$$

$$\therefore \Delta Z = 0.15 \text{ m} \neq$$

C-



For the water level remain constant the velocity should be constant.

$$V_1 = V_2$$

$$\therefore Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

$$A_1 = A_2$$

$$b_1 \times y_1 = b_2 \times y_2$$

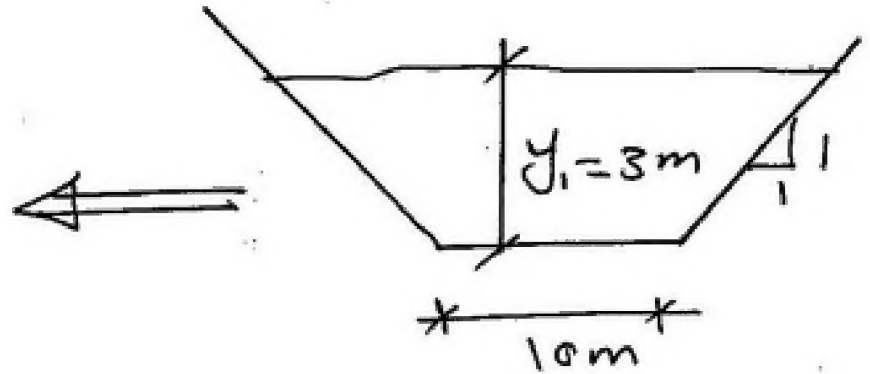
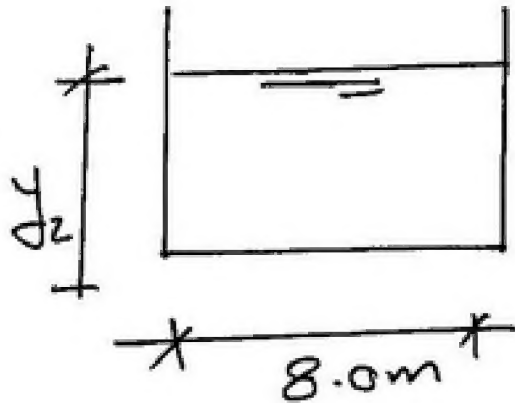
$$1 \times 0.5 = b_2 \times 0.45$$

$$b_2 = 1.11 \text{ m} \quad \#$$

يجب زيادة عرض القطاع ليظل $\frac{1}{2}$ لاء ثابت دو
تأثير.

Q(3):

$$Q = 25 \text{ m}^3/\text{s}$$



Req. :- $y_2 = ??$

- $\Delta Z = ??$

$$y_2 = y_c$$

Sol.

$$E_1 = E_2$$

$$y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2}$$

$$3 + \frac{(25)^2}{2 \times 9.81 \times (39)^2} = y_2 + \frac{(25)^2}{2g \times (8y_2)^2}$$

$$3.02 = y_2 + \frac{0.486}{y_2^2}$$

y_2	3	2.97	
R.H.S	3.06	3.02	

$$y_2 = 2.97 \text{ m}$$

#

$$E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$3.02 = 1.5 + \Delta Z$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g} = \sqrt[3]{\frac{(25/8)^2}{9.81}} = 1.0$$

$$\text{For } y_2 = y_c \Rightarrow E_2 = E_{\min} = 1.5 y_c$$

$$\Delta Z = 1.52 \text{ m} \quad \#$$